

Бекболот кызы Б., Мурзубраимов Б.М., Сулайманкулова С.К.

КРЕМНИЙДИН КОШ КЫЧКЫЛЫН КҮМҮШТҮН НАНОБӨЛҮКЧӨСҮ МЕНЕН МОДИФИКАЦИЯЛОО

Бекболот кызы Б., Мурзубраимов Б.М., Сулайманкулова С.К.

МОДИФИКАЦИЯ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ НАНОЧАСТИЦАМИ СЕРЕБРА

Bekbolot kyzy B., B.M. Murzubraimov, S.K. Sulaimankulova

SILICA MODIFICATION WITH SILVER NANOPARTICLES

УДК: 546.04 (575.2) (04)

Активдештирилген кремнийдин кош кычкылына күмүштүн нанобөлүкчөсүн анын нанозритмесинен УФ лампы (F30T8 30 W) жардамы менен калыбына келтирип, модификациялоо боюнча изилдөө жүргүзүлдү. Аморфтук кремнийдин кош кычкылы модификациялоого чейин 31,2% кремнийден жана 67,1% кычкылтектен, ал эми күмүштүн нанобөлүкчөсү менен модификациялоодон кийин кремнийдин кош кычкылы 0,7% күмүштөн, 30,4% кремнийден жана 68,9% кычкылтектен тургандыгы энергодисперстик анализ методу менен далилдени. Элементтик анализ күмүштүн иондору металлдык күмүшкө чейин калыбына келгендигин көрсөттү. Жыйынтыгында күмүштүн нанобөлүкчөсүн анын нанозритмесинен калыбына келтирип күмүштүн нанобөлүкчөсү - нанокремнезем композити алынды. Дисперстүү кремнеземди күмүш менен наномодификациялоо ыкмабыздын артыкчылыгы: нанокремнийдин бетиндеги Ag нанобөлүкчөлөрү химиялык редукторлорсуз, бирок ультрафиолет нурларынын энергиясынын таасири менен пайда болот.

Негизги сөздөр: куруч кабыгы, кремнекөмүртект, кремнийдин кош кычкылы, пиролиз, кавитация, мезокөзөнөк, модификация, нанобөлүкчө, нанозритме.

Проведены исследования по модифицированию активированного диоксида кремния наночастицами серебра его нанорастворами с последующим восстановлением в УФ лампе (F30T8 30W). Методом энергодисперсионного анализа установлено, что аморфный диоксид кремния до модифицирования состоит из 31,2% кремния и 67,1% кислорода, а после модификации наночастицами серебра аморфный диоксид кремния содержит 0,7% серебра, 30,4% кремния и 68,9 % кислорода. Элементный анализ показал, что ионы серебра восстанавливаются до металла. Таким образом, восстановлением серебра из его нанораствора нами получен композит нанокремнезем-наночастицы серебра. Преимущество нашего способа наномодификации серебром дисперсного кремнезема: наночастицы Ag на поверхности нанокремнезема формируются без химических восстановителей, а лишь только воздействием энергии УФ-излучения.

Ключевые слова: рисовая шелуха, кремнеуглерод,

диоксид кремния, пиролиз, кавитация, мезопор, модификация, наночастица, нанораствор.

Studies were conducted on the modification of activated silicon dioxide by silver nanoparticles with its nanosolutions followed by reduction in a UV lamp (F30T8 30 W). Using energy dispersive analysis, it was found that amorphous silicon dioxide before modification consists of 31.2% silicon and 67.1% oxygen, and after modification with silver nanoparticles, amorphous silicon dioxide contains 0.7% silver, 30.4% silicon, and 68.9% oxygen. Elemental analysis showed that silver ions are reduced to metal. Thus, by recovering silver from its nanosolution, we obtained a composite of silica-nanoparticles of silver. The advantage of our method of nanomodification of dispersed silica with silver: Ag nanoparticles on the surface of nanosilica are formed without chemical reductants, but only by exposure to UV radiation energy.

Key words: rice husk, silicic carbon, silicon dioxide, pyrolysis, cavitation, mesopore, modification, nanoparticle, nanosolution.

В качестве минеральных сорбентов обычно используются кремнезем, оксид алюминия, цеолиты, оксиды и гидроксиды металлов [1]. Наиболее универсальным является пористый кремнезем, при этом величину поверхности, диаметр и объем пор, размер частиц можно изменять в широком интервале [2, 3].

Пористый диоксид кремния, благодаря развитой поверхности, является сам по себе прекрасным адсорбентом. Химическое модифицирование кремнезема может привести к радикальному изменению его сорбционной, химической, биологической активности. Особый интерес представляет модифицирование кремнезема бактерицидными наночастицами серебра.

Рисовая шелуха на $\approx 40\%$ состоит из диоксида кремния, а также примесей других металлов в виде K_2O , Na_2O , CaO , MgO , Fe_2O_3 , Al_2O_3 . Содержание тяжелых металлов ниже, чем в кварците, кварцевом песке. Результаты спектрального анализа рисовой шелухи узгенского риса приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты спектрального анализа рисовой шелухи

	Массовая доля, %										
	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MnO	P ₂ O ₅	SO ₃	п.п.п.
Рисовая шелуха	40	0,7	0,15	0,4	0,2	0,12	0,15	0,14	0,8	0,13	57.21
Рисовая зола	92,59	2,67	0,28	1,30	0,71	0,55	0,31	0,32	1,01	0,26	-

Из таблицы 1 видно, что основным компонентом образца является SiO₂, т.е. отходы рисового производства – перспективный источник кремния и его соединений.

Нами шелуха Узгенского риса была подвергнута кавитационной обработке на лабораторном кавитаторе. Предполагалось, что энергия кавитации позволит сформироваться частицам кремнезема с размерами нанодиапазона [4].

Далее диспергированная в кавитаторе рисовая

шелуха проходила стадии пиролиза без доступа кислорода и обжига в муфельной печи при 750°C [5,6].

Конечный продукт в виде белого порошка анализировался на просвечивающем электронном микроскопе (ПЭМ) (JEOLJEM-2000FX Япония) и рентгеновском аппарате (ДРОН-3 с Cu Kα – излучением $\lambda = 1.54\ 187\ \text{\AA}$).

По данным ПЭМ и рентгенофазового анализа получены наночастицы диоксида кремния аморфного строения [7].

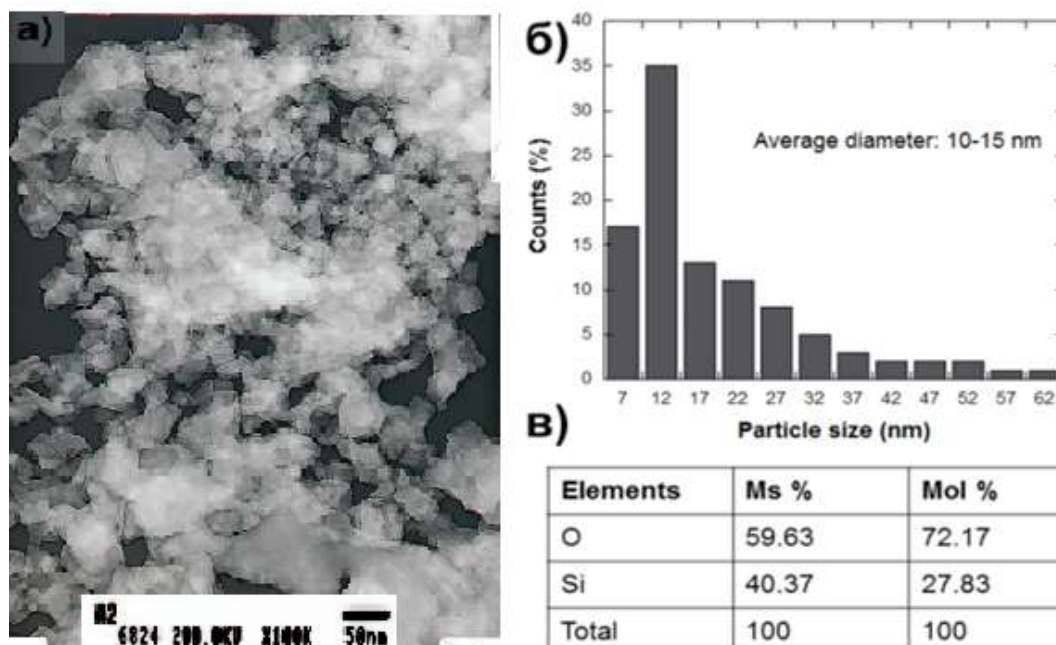


Рис. 1. ПЭМ снимок (а), гистограмма (б) и результаты элементного анализа (в) наночастиц аморфного диоксида кремния из кавитационно-активированной РШ.

Из ПЭМ снимка исходного диоксида кремния (рис. 1а) установлено, что при обжиге аморфного кремнеуглерода, полученного пиролизом кавитационно-активированной рисовой шелухи образуются наночастицы аморфного диоксида кремния. По результатам энергодисперсионного анализа (рис. 1б) исходный диоксид кремния содержит 35% наночастиц с

размером 12 нм, кроме того присутствуют более мелкие наночастицы с размерами около 7 нм (17-18%) и более крупные, размер которых лежит в нанодиапазоне 17-62 нм ($\approx 40\%$). Удельная поверхность свежеполученного наноксид кремния по результатам адсорбции азота составляет 175,9 м²/г. Диаметр пор лежит в диапазоне 3,133-4,497 нм с преобладанием мезопор [5].

Благодаря высокой удельной поверхности наноксид кремния возможно модифицирование его наночастицами серебра.

Восстановление наночастиц серебра на поверхностях аморфного диоксида кремния мы провели из нанораствора [8] серебра под действием УФ – излучения (F30T8, 30 W) при комнатной температуре в течение 15 мин. Ранее нами был проведен эксперимент, где в качестве восстановителя наночастиц серебра использовали гидразингидрат $N_2H_4 \cdot H_2O$ марки «хч» [9].

Белый порошок после воздействия УФ-излучения приобретает светло-коричневый оттенок, благодаря формированию на полученном кремнеземе наночастиц серебра.

Кроме исследований на просвечивающем электронном микроскопе (рис. 1), нами были получены микроснимки на сканирующем электронном микроскопе JEOL JSM – 7500F с энергодисперсионным рентгеновским микроанализатором (Институт Ядерной Физики, Астана, Казахстан) (рис. 2).

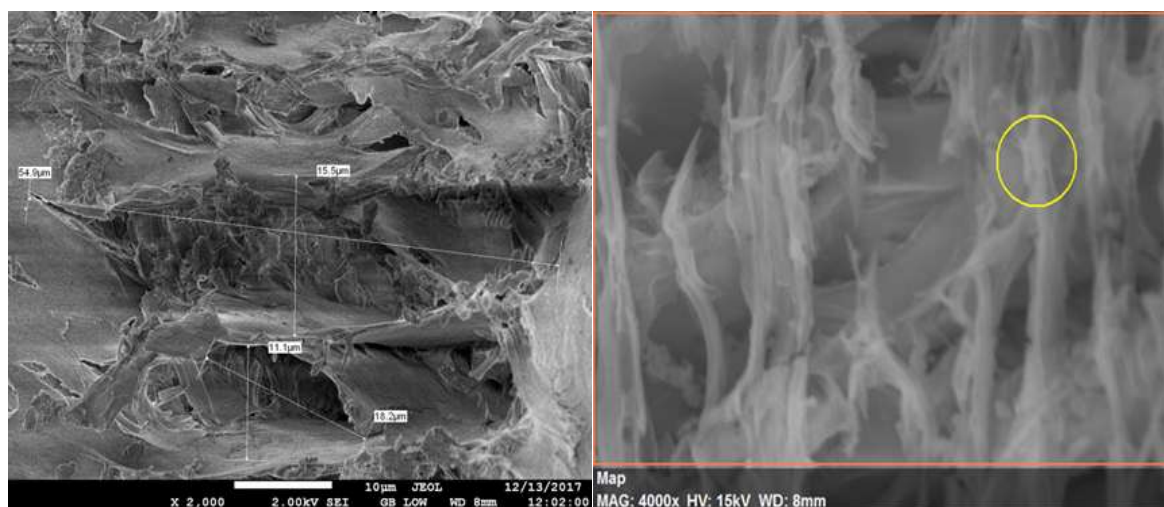


Рис. 2. СЭМ снимок аморфного диоксида кремния из рисовой шелухи до модифицирования.

СЭМ снимок исходного аморфного диоксида кремния (рис. 2) показывает, что образец имеет нитевидную структуру, вероятно сформированную из наночастиц кремнезема. Нити представляют собой пучки, скрученные из нескольких десятков жгутиков. Эти пучки образуют сотовую структуру.

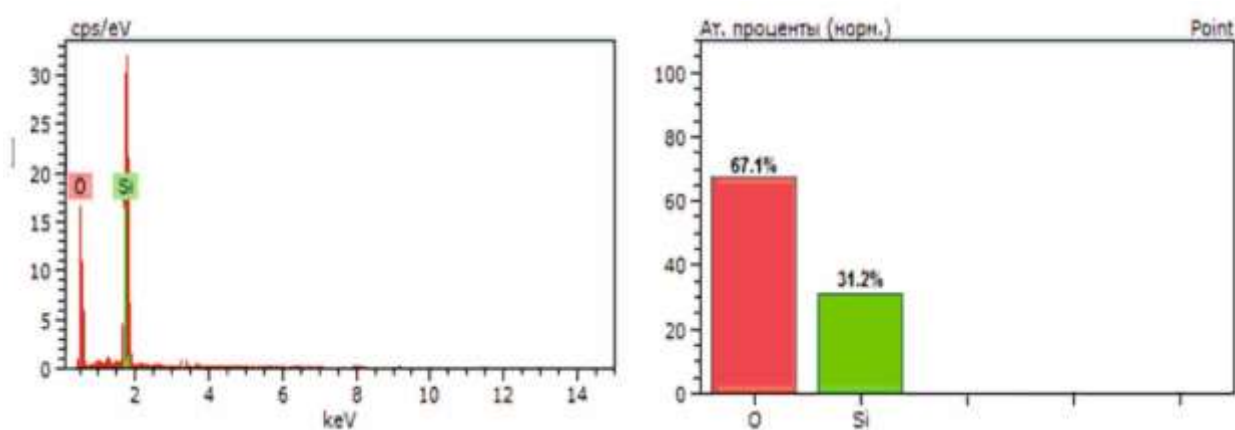


Рис. 3. Элементный состав аморфного диоксида кремния до модифицирования.

Из энергодисперсионного анализа установлено, что аморфный диоксид кремния до модифицирования состоит из 31,2% кремния и 67,1% кислорода (рис. 3).

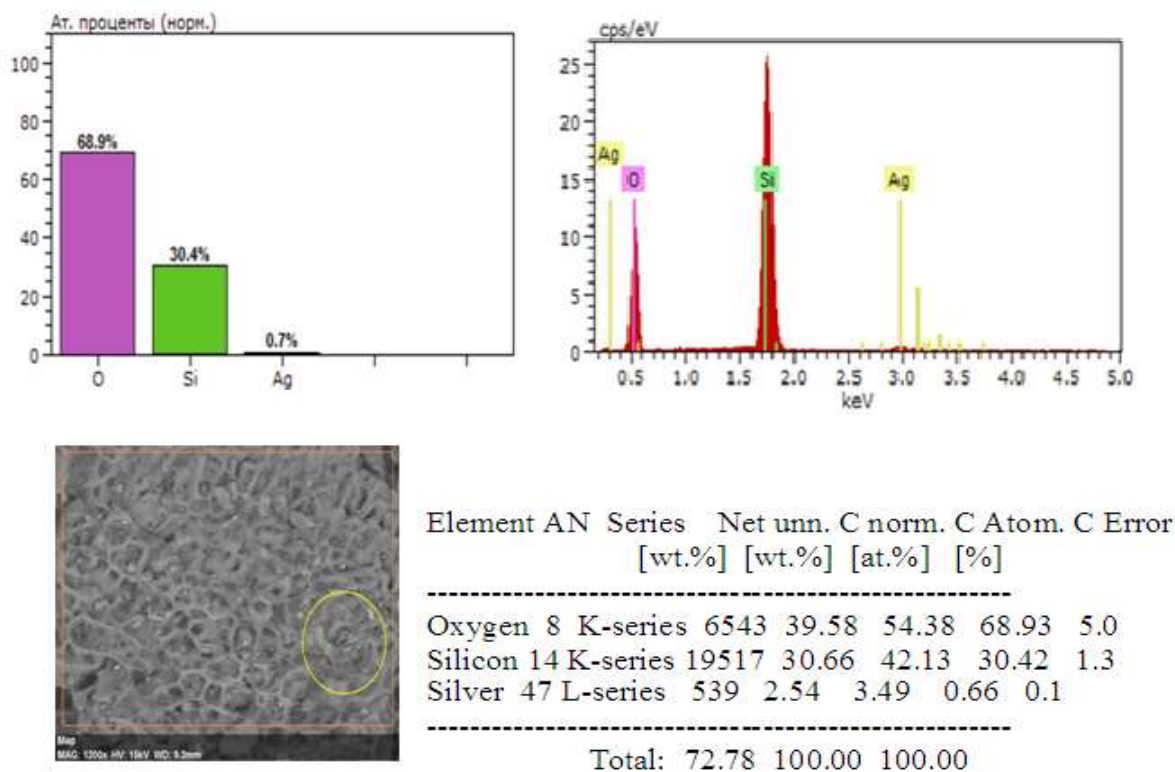


Рис. 4. Элементный состав модифицированного наночастицами серебра аморфного диоксида кремния.

Модифицированный наночастицами серебра аморфный диоксид кремния содержит 0,7% серебра, 30,4% кремния и 68,9% кислорода (рис.4). Элементный анализ показал, что ионы серебра восстанавливаются до металла.

Таким образом, восстановлением серебра из его нанораствора нами получен композит нанокремнезем-наночастицы серебра. Наш способ имеет преимущество перед известными способами наномодификации серебром дисперсного кремнезема потому, что наночастицы Ag на поверхности нанокремнезема формируются без химических восстановителей, а лишь только воздействием энергии УФ-излучения.

Литература:

1. Давидянц А.А. Производство катализаторов крекинга и высокоактивных силикагелей [Текст]: / А.А. Давидянц, Н.И. Первушкин. - М.: «Химия», 1972. - 168 с.
2. Неймарк И.Е. Силикагель, его получение, свойства и применение [Текст]: / И.Е. Неймарк, Р.Ю. Шейнфайн. - Киев. «Наукова думка», 1973. - 200 с.
3. Лисичкина Г.В. Модифицированные кремнеземы в сорбции, катализе и хроматографии [Текст] / Г.В. Лисичкина. - М.: Химия, 1986. - 248 с.
4. Бекболот кызы Б. Наночастицы аморфного диоксида кремния // Молодой ученый. - 2016. - №21. - С. 37-39. - URL <https://moluch.ru/archive/125/34430/> (дата обращения: 19.02.2020).
4. Бекболот кызы Б., Мурзубраимов Б.М. Продукты пиролиза рисовой шелухи. Известия НАН КР. - 2010. - №3. - С. 125-128.
5. The study of the porous structure of amorphous silicon dioxide, obtained from rice husks. / Murzubraimov B.M., Bekbolot kyzy B.//Modern science. - 2017. - №10. - С. 8-11.
6. Бекболот кызы Б. Получение наночастицы диоксида кремния из рисовой шелухи [Текст] / Бекболот кызы Б. / Вестник КГУСТА. - 1(43). - 2014. - С. 142-145.
7. Сулайманкулова С.К., Маметова А.С., Гаффорова Х.И. Способ получения нанорастворов. // Патент КР. - Бишкек, 2012. - №1502.
8. Бекболот кызы Б. Физико-химические основы комплексной переработки рисовой шелухи [Текст]: Дисс... канд. хим. наук: 02.00.01. / Бекболот кызы Б. - Бишкек, 2018. - С.105.